

iAP20 Rec'd PCT/PTO 10 JUL 2006

Verwendung von substituierten 2-Aminotetralinen zur vorbeugenden Behandlung von Morbus Parkinson

- 5 Die Parkinson'sche Krankheit ist die Folge einer chronisch-fortschreitenden Degeneration von Neuronen, deren Ursache noch nicht völlig aufgeklärt ist. Sie wird klinisch manifest in Form der Kardinalsymptome Ruhetremor, Rigor, Bradykinesie und posturale Instabilität.

- Als Medikamente zur Linderung der motorischen Symptome werden in erster Linie
10 Levodopa, Dopaminagonisten, wie z.B. Rotigotin, Pramipexol, Bromocriptin, Ropinirol, Cabergoline, Pergolid, Apomorphin und Lisurid, Anticholinergika, NMDA-Antagonisten, β -Blocker sowie der MAO-B-Inhibitor Selegelin und der COMT-Inhibitor Entacapone eingesetzt. Diese meisten dieser Wirkstoffe greifen in die dopaminerge und/oder cholinerge Signalkaskade ein und beeinflussen auf diese Weise symptomatisch die
15 Parkinson-typischen Bewegungsstörungen.

- Die bisherige Therapie der Parkinson'schen Krankheit setzt beim Eintreten der Kardinalsymptome ein. Eine Parkinson'sche Krankheit gilt klinisch im allgemeinen als nachgewiesen, wenn mindestens zwei der vier Kardinalsymptome (Bradykinesie,
20 Ruhetremor, Rigor und posturale Instabilität) zu finden sind und L-Dopa anspricht (Hughes, J Neurol Neurosurg Psychiatry 55,1992,181). Unglücklicherweise treten die motorischen Störungen bei Parkinson-Patienten aber erst auf, wenn ca. 70-80 % der dopaminergen Neurone in der Substantia Nigra (SN) irreversibel geschädigt sind (Becker et al, J Neurol 249, 2002, Suppl 3:III, 40; Hornykiewicz, Encyclopedia of Life Science
25 2001, 1). Die Chance einer nachhaltigen Therapie zu diesem Zeitpunkt sind nur noch gering. Daher ist es wünschenswert, die Therapie so früh wie möglich einsetzen zu lassen.

- Aktuelle klinische Beobachtungen sowie anatomische und genetische Untersuchungen
30 zeigen nun, dass sowohl die Diagnose von Parkinsonpatienten in frühen Stadien als auch die Identifizierung von Risikopatienten möglich ist.

BEST AVAILABLE COPY

Als diagnostische Marker können dabei beispielsweise herangezogen werden:

- Biochemische Marker, wie Neuromelanin (Gerlach, Neurotox Res 5,2003, 35; WO 02/31499), S-100 beta (Muramatsu, Glia 42, 2003, 307), das alpha-Synuclein (WO 03/069332; WO 00/02053) oder das parkin-Protein (Sharma, Neurol Clin N Am 20, 2002, 759) sowie Semaphorin (Wo 03/007803)
- Genetische Marker, z.B. die Park-Gene 1-8 (Guttman, CMAJ 4, 2003, 168); CYP2D6-B (WO 03/012137), Chromosom 2q 36-37 (Pankratz, Am J Hum Gen 72, 2003,e-pub), a-Synuclein (Polymeropoulos, Science. 276, 1997, 2045) oder Mutationen in CYP2D6-B und GSTM1-Deletion (WO 03/012137).
- Bildgebende Verfahren, wie die Ultraschalluntersuchung der SN-Größe, gegebenenfalls in Kombination mit anderen Verfahren (Becker et al, J Neurol 249, 2002, Suppl 3:III, 40) oder MRI (Hutchinson M, Raff U., J Neurol Neurosurg Psychiatry. 1999 Dec;67(6):815-8).
- Bildgebende Verfahren wie PET oder SPECT (Prunier C, Bezard E, et al., Neuroimage. 2003 Jul;19(3):810-6).
- Sensorische Störungen oder Verhaltensauffälligkeiten, wie Schlaf- und Riechstörungen, insbesondere Schlafstörungen vom Typ der 'REM Behavior Disorder', (Henderson, J Neurol Neurosurg Psychiatry 74, 2003, 956) oder kognitive Abnormalitäten (Rammsayer, Int J Neurosci. 91,1997,45).
- Organische Probleme, wie Obstipation (Krygowska-Wajs, Funct Neurol 15,2000,41).
- Depressionen (Camicioli R. Drugs Today (Barc). 2002 Oct;38(10):677-86).
- Kurzfristige Bewegungsanomalien, wie z.B. Chorea oder orthostatische Auffälligkeiten.
- Kombinationen aus oben genannten Markern (Stern, Annals of Neurol 56, 2004, 169).

Dadurch eröffnet sich die Chance, den Krankheitsprozess zu einem Zeitpunkt zu beeinflussen, zu dem noch mehr Neurone vorhanden sind als zum Zeitpunkt des Auftretens mehrerer motorischer Kardinalsymptome der Parkinson'schen Krankheit und damit eine quantitativ höhere Anzahl von Neuronen zu schützen. Eine Gabe eines effektiven Neuroprotektivums zu einem frühen Stadium lässt erwarten, dass der Krankheitsprozess deutlich verzögert werden kann: Je früher eine Therapie einsetzen kann, um so höher sind die Chancen eine langanhaltende Verhinderung des Beginns der die Lebensqualität einschränkenden Symptome zu erreichen.

Es besteht daher der Bedarf an Arzneimitteln, die nicht nur die dopaminerge Übertragung beeinflussen und die Symptomatik der Parkinson'schen Krankheit in fortgeschrittenen Stadien lindern können, sondern die den fortschreitenden Untergang dopaminerges Neuronen in frühen, motorisch weitgehend asymptomatischen Parkinsonstadien umkehren, verhindern oder zumindestens deutlich verlangsamen können (Dawson, Nature Neuroscience Supplement 5, 2002, 1058).

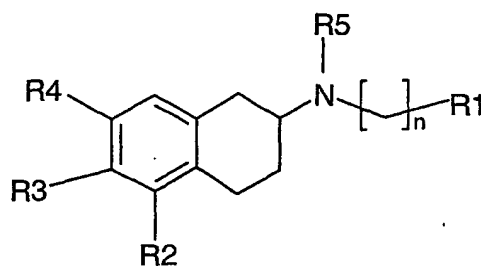
Aus der US 4,564,628, der US 4,885,308, der US 4,722,933 und der WO 01/38321 sind substituierte 2-Aminotetraline bekannt. Es handelt sich um Substanzen mit dopaminerges Wirkung, die zur symptomatischen Behandlung von Morbus Parkinson bekannt sind. Insbesondere das Rotigotin [(-)-5,6,7,8-Tetrahydro-6-[propyl[2-(2-thienyl)ethyl]amino]-1-naphthol] hat sich in klinischen Studien als effektives, transdermal verfügbares Antiparkinsonmittel erwiesen. Die WO 02/089777 beschreibt beispielsweise die transdermale Gabe von Rotigotin bei Parkinson-Patienten und die damit verbundene Verbesserung des UPDRS (Unified Parkinson's Disease Rating Scale)-Scores. Der UPDRS-Score ist ein wichtiges Instrument zur Diagnose und zum Monitoring der Progression bzw. der Therapie von Parkinson-Patienten (Fahn S, Elton RL, Members of the UPDRS Development Committee (1987) Unified Parkinson's Disease Rating Scale. In: Fahn, S, CD Marsden, DB Calne, M Goldstein (eds) Recent Developments in Parkinson's Disease. Vol II. Macmillan Healthcare Information, Florham Park (NJ), pp 153-163, 293-304). Allerdings wird mit dem UPDRS-Score lediglich der Effekt eines Wirkstoffs auf die Parkinson-Symptomatik erfasst. Er erlaubt keine Aussagen darüber, ob ein Wirkstoff den der Symptomatik zugrunde liegenden dopaminergen Zelluntergang beeinflusst.

Metman et al (Clin Neuropharmacol 24,2001, 163) beschreiben ebenfalls die Wirkung von Rotigotin auf Parkinson-assoziierte Bewegungsstörungen. Die behandelten Patienten hatten bereits ausgeprägte Dyskinesien, die durch Rotigotin-Gabe verbessert wurden.

Aus dem Stand der Technik sind substituierte 2-Aminotetraline, insbesondere Rotigotin, somit als Dopamin-Agonist zur symptomatischen Behandlung von Morbus Parkinson bekannt. Rein symptomatisch wirkende Parkinson-Arzneimittel versprechen jedoch bei der vorbeugenden Behandlung von Morbus Parkinson keinen Vorteil, da sie keinen Einfluß auf den dopaminergen Zelluntergang und auf das Fortschreiten bzw. die Entstehung der Krankheit haben.

Experimentelle Untersuchungen zeigten nun überraschend, dass die bisher nur zur symptomatischen Therapie der Parkinson'schen Krankheit eingesetzten substituierten 2-Aminotetraline der allgemeinen Formel I

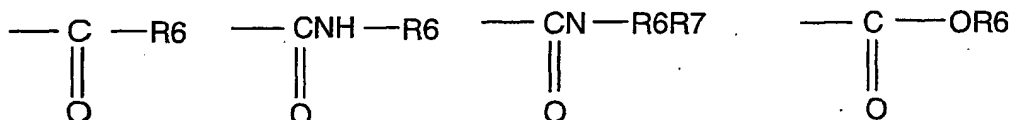
5



worin gilt:

n ist 1-5;

- 10 R2 ist OA; R3 und R4 sind jeweils unabhängig voneinander ausgewählt aus H und OA;
wobei A ausgewählt ist aus H, Alkyl, Alkoxyethyl oder einer Gruppe

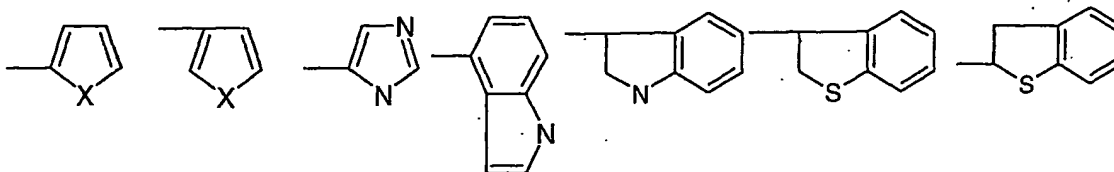


worin R6 und R7 jeweils unabhängig voneinander Alkyl, insbesondere C1-20 Alkyl und besonders bevorzugt C1-6 Alkyl oder Aryl, insbesondere optional substituiertes Phenyl, sind;

15

R5 ein C1-3 Alkyl ist;

R1 eine Gruppe ist, die ausgewählt ist aus Wasserstoff, 3-Pyridyl, 4-Pyridyl, optional substituiertem Phenyl,



20

worin X ausgewählt ist aus S, O oder NH;

wobei die Verbindung der Formel I als Razemat oder als reines (R)- oder (S)-Enantiomer vorliegen kann,

5

sowie physiologisch akzeptable Salze dieser Verbindungen

neuroprotektive Eigenschaften besitzen, so daß diese als Arzneimittel bzw.

Prophylaktikum zur Verhinderung des dopaminergen Zellverlusts insbesondere in sehr
10 frühen Stadien der Parkinson'schen Krankheit oder bei Risikokandidaten eingesetzt werden können.

Abbildungen

15 Abbildung 1 zeigt repräsentative Beispiele für die neuroprotektive Wirkung von Rotigotin gemessen an der Dichte der Dopamin-Transporter als Indiz für die Dichte der verbliebenen Nervenendigungen im Striatum

Die Gruppen 1–7 wurden wie folgt behandelt: Gruppe 1: unbehandelte Kontrolle;

20 Gruppe 2: Kontrolle behandelt mit Vehikellösung für Rotigotin und MPTP; Gruppe 3: MPTP-Behandlung; Gruppe 4: MPTP-Behandlung plus Rotigotin 0.3 mg/kg; Gruppe 5: MPTP-Behandlung plus Rotigotin 1.0 mg/kg; Gruppe 6: MPTP-Behandlung plus Rotigotin 3.0 mg/kg; Gruppe 7: Behandlung nur mit Rotigotin (3.0 mg/kg)

25 Abbildung 2 zeigt die Dopamin-Transporter (DAT) Bindung im dorsalen und ventralen Teil des Striatums in verschiedenen Gruppen durch Quantifizierung der DAT-Dichte nach einem Experiment wie in Abbildung 1 illustriert. Die Balkendiagramme 1-7 entsprechen den in Abbildung 1 wiedergegebenen Gruppen 1-7. Die mit * gekennzeichneten Gruppen zeigten einen signifikanten Abfall in der DAT Bindung im Vergleich zur Kontrollgruppe 2.

30 Die mit # gekennzeichneten Gruppen wiesen einen signifikanten Erhalt der DAT Bindung im Vergleich mit der MPTP-behandelten Gruppe 3 auf.

Beschreibung der Erfindung

Apoptotische Vorgänge sollen beim Untergang dopaminerger Neurone in der Parkinson-Pathogenese eine wichtige Rolle spielen (Barzilai, Cell Mol Neurobiol 21, 2001, 215).

- 5 Es werden daher neuroprotektive Substanzen gewünscht, die den dopaminergeren Zelluntergang stoppen oder sogar umkehren können. Als prädictiv für die geforderten neuroprotektiven Eigenschaften gilt dabei das MPTP-Modell (Dawson, Nature Neuroscience Supplement 5, 2002, 1058).
- 10 Rotigotin zeigt sowohl in einem akuten wie in einem subakuten MPTP-Modell überraschend das gewünschte pharmakologische Profil. Die Untersuchungsergebnisse legen nahe, dass mit Rotigotin apoptotische Prozesse verhindert werden.

- Die erfindungsgemäßen 2-Aminotetraline, insbesondere Rotigotin, zeigen dabei
- 15 neuroprotektive Wirkung in einem Parkinsonmodell der Maus: Nach akuter Gabe von MPTP, das bei Menschen wie bei Affen ein Parkinson-Syndrom erzeugt, wurde zum einen die Anzahl der in der akuten Phase degenerierenden Neurone gemessen (Tabelle 1) und zum anderen die funktionelle Integrität des Striatums in der subakuten Phase durch
- Bestimmung der Dichte des Dopamin-Transporters in den terminalen Nervenendigungen
- 20 erfasst (Abbildungen 1 und 2). In beiden Fällen konnte gezeigt werden, dass Rotigotin neuroprotektiv wirksam war: Zum einen war die Anzahl degenerierender Neurone im Mesenzephalon nach der Gabe von Rotigotin verringert und zum anderen war die dopaminerge Innervation des Striatums nahezu vollständig erhalten bzw. wieder hergestellt.

25

Tabelle 1: Anzahl degenerierender Neurone bei der Maus dargestellt mit FluoroJade Färbung

Gruppe	Anzahl degen. Neurone	Standart-abweichung
1: Vehikel-behandelte Kontrolle	2.0	2.4
2: MPTP Intoxikation	73.5	34.0
3: MPTP Intoxikation + Rotigotine 0.3 mg/kg	66.7	30.5
4: MPTP Intoxikation + Rotigotine 1.0 mg/kg	76.8	41.6
5: MPTP Intoxikation + Rotigotine 3.0 mg/kg	34.9	31.9
5: MPTP –Vehikel + Rotigotine 3.0 mg/kg	3.8	4.3

In einer Pilotstudie wurde zudem die neuroprotektive Wirkung von Rotigotin an Affen untersucht.

In dem verwendeten Modell, das den progressiven Verlauf der Parkinson'schen Erkrankung an Primaten widerspiegelt, wurden Affen (Makaken) unterschwellig-toxische Dosen von MPTP über mehrere Tage injiziert. Die Parkinson-Symptomatik entwickelte sich in dem Modell über einen Zeitraum von ca 2 Wochen. Sobald ein bestimmter Grad der Schädigung erreicht war, wurden tägliche Injektionen von Rotigotin in einer Formulierung vorgenommen, die einen kontinuierlichen Plasmaspiegel über 24 h erzeugt.

Die Injektionen von MPTP wurden gestoppt, sobald die motorische Aktivität um einen bestimmten Grad vermindert war (ca 5 Tage später). Das Verhalten der Tiere wurde täglich bewertet. Sechs Wochen nach Beginn der MPTP-Applikation wurden die Injektionen von Rotigotin gestoppt und die Tiere wurden für weitere zwei Wochen ohne Behandlung beobachtet. Es wurde beobachtet, daß die motorische Aktivität der Tiere unter Behandlung und auch in der folgenden Auswaschphase deutlich verbessert war.

Am Ende der Rotigotin-Applikation bzw. am Ende der Auswaschphase wurde je eine Gruppe von Tieren getötet und der Zustand der Basalganglien histologisch und biochemisch untersucht. Die Dichte der Nervenendigungen im Striatum war gegenüber den unbehandelten Tieren deutlich erhöht. Der Gehalt an Pre-Pro-Enkephalin, ein Indikator für die intakte Vernetzung im 'indirect pathway' der Basalganglien, zeigte nach der Behandlung und nach der Auswaschphase eine Tendenz zur Normalisierung.

Die Resultate zeigen, daß das neuroprotektive Potential von Rotigotin auch in einem Primatenmodell von Parkinson'scher Erkrankung nachgewiesen werden kann. Damit kann eine neuroprotektive Wirkung auch beim Menschen angenommen werden.

Mit Rotigotin und strukturverwandten substituierten 2-Aminotetralinen der allgemeinen Formel I wurden damit der Therapie Wirkstoffe zur Verfügung gestellt, die in idealer Weise zur Herstellung von Arzneimitteln, bzw. Prophylaktika zur Prävention des dopaminergen Neuronenverlustes geeignet sind.

Ein Gegenstand der vorliegenden Anmeldung ist daher die Verwendung von substituierten 2-Aminotetralinen der allgemeinen Formel I, wie weiter unten wiedergegeben, sowie insbesondere von Rotigotin zur Herstellung eines Arzneimittels zur

Behandlung oder Prävention des dopaminergen Neuronenverlusts bei Patienten, die an einer neurodegenerativen Erkrankung leiden, die mit einem erhöhten dopaminergen Zelluntergang verbunden ist oder die ein erhöhtes Risiko eines erhöhten dopaminergen Zelluntergangs aufweisen.

5

Ein erhöhter dopaminerges Neuronenverlust tritt regelmäßig bei Morbus Parkinson-Patienten auf, wird jedoch auch häufig bei anderen neurodegenerativen Erkrankungen, z.B. bei alpha-Synucleopathien oder der Huntington'schen Erkrankung sowie bei REM-Schlafstörungen und Störungen des Geruchssinns beobachtet.

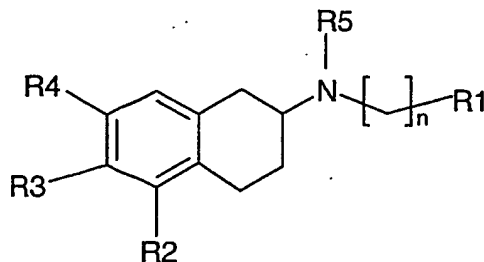
10

Im Vergleich zur bisherigen Anwendung der Aminotetraline der Formel I, insbesondere von Rotigotin, die auf die rein symptomatische Behandlung von Morbus Parkinson-Patienten mit Bewegungsstörungen beschränkt war, wird damit als neues Anwendungsgebiet die prophylaktische Behandlung von Individuen erschlossen, die weniger als zwei der Kardinalsymptome der Parkinson'schen Krankheit aufweisen und die somit weniger der symptomatischen, als vielmehr der neuroprotektiven, prophylaktischen Therapie bedürfen. Wie bereits weiter oben beschrieben, profitieren solche Individuen besonders von der neuroprotektiven Wirkung von Rotigotin, da durch die Rotigotin-Gabe der dopaminerge Zellverlust zu einem Zeitpunkt gestoppt oder verlangsamt wird, zu dem noch eine höhere Zahl dopaminerges Neuronen vorhanden ist, als dies bei Patienten der Fall ist, die bereits motorische Symptome aufweisen.

20

Ein Gegenstand der Erfindung ist daher die Verwendung von substituierten 2-Aminotetralinen der allgemeinen Formel I

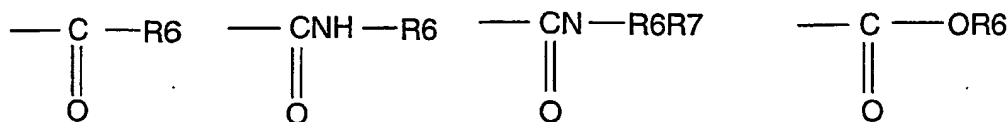
25



worin gilt:

n ist 1-5;

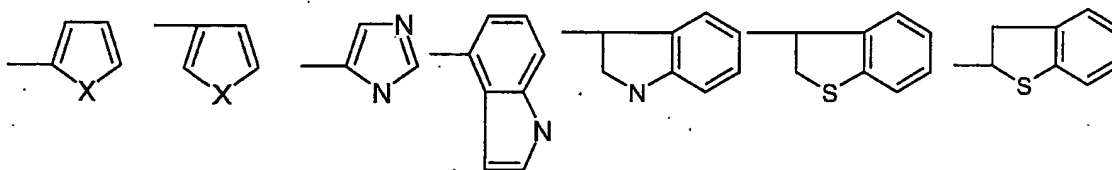
R2 ist OA; R3 und R4 sind jeweils unabhängig voneinander ausgewählt aus H und OA;
wobei A ausgewählt ist aus H, Alkyl, Alkoxymethyl oder einer Gruppe



5 worin R6 und R7 jeweils unabhängig voneinander Alkyl, insbesondere C1-20 Alkyl und besonders bevorzugt C1-6 Alkyl oder Aryl, insbesondere optional substituiertes Phenyl, sind;

R5 ein C1-3 Alkyl ist;

10 R1 eine Gruppe ist, die ausgewählt ist aus Wasserstoff, 3-Pyridyl, 4-Pyridyl, optional substituiertem Phenyl,



worin X ausgewählt ist aus S, O oder NH;

15

wobei die Verbindung der Formel I als Razemat oder als reines (R)- oder (S)-Enantiomer vorliegen kann,

sowie physiologisch akzeptable Salze dieser Verbindungen zur vorbeugenden

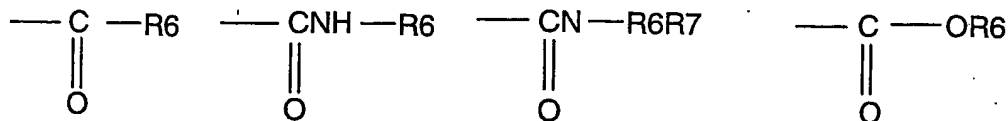
20

Behandlung von Morbus Parkinson, insbesondere zur Prävention des dopaminergen Zellverlusts von Individuen, bei denen vor Eintritt der vorbeugenden Behandlung wenigstens drei der vier Kardinalsymptome aus der Gruppe Bradykinesie, Rigor, Ruhetremor und posturale Instabilität noch nicht, nur rudimentär oder partiell vorhanden sind.

25

Zur Herstellung eines Neuroprotektivums bzw. Parkinson-Prophylaktikums besonders geeignete Verbindungen sind solche, in denen R2 eine Gruppe OA ist und R3 und R4

unabhängig voneinander H oder eine Gruppe OA sind, wobei A besonders bevorzugt ein Wasserstoffatom oder eine Gruppe



5

ist, in der R₆ ein C1-20 Alkyl, insbesondere C1-12 Alkyl oder C1-6 Alkyl, Phenyl oder Methoxyphenyl ist.

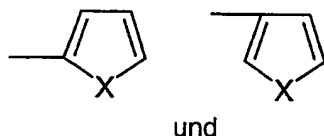
In einer anderen bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist R₄ ein H.

10 In einer anderen bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist R₃ ein H.

In einer anderen bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind R₃ und R₄ beide H.

In einer anderen bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist n = 1, 2 oder 3, insbesondere n = 2 oder 3

15 Bevorzugt wird R₁ ausgewählt aus der Gruppe H,



20 wobei X ausgewählt ist aus S, O und NH und wobei X ganz besonders bevorzugt ein Schwefelatom ist.

Ganz besonders bevorzugt ist R₁ 2-Thienyl.

25 In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung stellt R₅ ein C3-Alkyl, insbesondere n-Propyl dar.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist R₁ ein 2-Thienyl, R₃ und R₄ sind beide H, R₅ stellt ein C3-Alkyl dar und n = 2.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird zur Herstellung des Parkinson-Prophylaktikums das Razemat von (+/-) 5,6,7,8-Tetrahydro-6-[propyl[2-(2-thienyl)ethyl]amino]-1-naphthol und ganz besonders bevorzugt das reine S-Enantiomer dieser Verbindung (Rotigotin) verwendet.

5

Unter den Begriffen „C1-20 Alkyl“, „C1-12 Alkyl“, „C1-3 Alkyl“ werden jeweils verzweigte oder unverzweigte Alkylgruppen mit der entsprechenden Zahl C-Atome verstanden.

Beispielsweise umfasst ein „C1-20 Alkyl“ alle Alkyle mit 1 bis 20 C-Atomen. Die Alkyle können optional substituiert sein, z.B. mit Halogen. Bevorzugt liegen die Alkyle

10 unsubstituiert vor.

Unter dem Begriff „Alkoxymethyl“ wird die Gruppe $-\text{CH}_2\text{-O-Alkyl}$ verstanden. Ein bevorzugtes Alkyl ist ein C1-12 Alkyl, ein C1-6 Alkyl oder ein C1-3 Alkyl.

15 Die prophylaktisch mit den substituierten 2-Aminotetralinen zu behandelnden Individuen können dabei gesund scheinende Individuen sein, deren genetische oder epidemische Prädisposition kein erhöhtes Risiko einer Parkinson'schen Krankheit erkennen lassen.

Für eine Behandlung mit 2-Aminotetralinen, insbesondere Rotigotin, kommen
20 insbesondere Individuen mit erhöhtem Risiko in Frage oder aber Patienten, bei denen klinische, klinisch-chemische oder klinisch-pysikalische Frühsymptome nachweisbar sind, ohne dass diese Patienten jedoch bereits zwei oder mehrere der Kardinalsymptome der Parkinson'schen Krankheit aufweisen.

25 Schließlich können 2-Aminotetraline, insbesondere Rotigotin als Neuroprotektivum auch dann angewendet werden, wenn die Diagnose nicht eindeutig ist, aber eine Entwicklung einer Symptomatik in Richtung Parkinson-ähnlicher Neurodegeneration erwarten läßt.

Der Prävention des neuronalen Zellverlusts bedürfen insbesondere

- 30 (a) Individuen mit einem erhöhten Risiko für Morbus Parkinson oder
(b) Individuen mit Frühsymptomatik für Morbus Parkinson

Die Begriffe „Morbus Parkinson“ und „Parkinson'sche Krankheit“ werden in dieser Patentanmeldung als Synonyme verwendet und umfassen idiopathischen und

genetischen Parkinson. Davon abzugrenzen ist das sogenannte Parkinson-Plus-Syndrom sowie der sekundäre Parkinsonismus.

Unter dem Begriff „Kardinalsymptome“ von Morbus Parkinson werden in dieser
5 Patentanmeldung eines oder mehrere der Symptome Bradykinesie, Rigor, Ruhetremor und posturale Instabilität verstanden.

Unter „Individuen mit einem erhöhten Risiko für Morbus Parkinson“ werden in dieser
10 Patentanmeldung insbesondere Individuen verstanden, die noch keine nachweisbaren Symptome der Parkinson'schen Krankheit aufweisen, die aber bestimmte Risikofaktoren aufweisen.

Solche Risikofaktoren können genetische Mutationen sein (Nussbaum NEJM 348,2003, 25). Beispielsweise wird das Parkin-Gen auf Chromosome 6q25.2-27 (PARK2) assoziiert
15 mit juvenilem Parkinsonismus und tritt in Familien mit autosomal rezessiver Parkinson-Vererbung verstärkt auf (Matsumine, Am. J. Hum. Genet., 60, 1997, 588; Kitada, Nature 392, 1998, 605; Abbas, Hum. Mol. Genet. 8, 1999, 567; Tassin, Am. J. Hum. Genet., 63, 1998, 88 und Lucking, N. Engl. J. Med. 342, 2000, 1560-7). Weitere Gen-Loci, z.B. PARK6 und PARK7 wurden ebenfalls vermehrt in Familien mit juveniler, rezessiv
20 vererbter Parkinson'schen Krankheit gefunden (Valente, Am. J. Hum. Genet. 68, 2001, 895; van Duijn, Am. J. Hum. Genet. 69, 2001, 629). Mutationen im alpha-synuclein-Gen (PARK1) wurden in Familien mit juvenilem, autosomal dominant vererbtem Morbus Parkinson nachgewiesen (Polymeropoulos, Science 276, 1997, 2045). Neben genetischen Prädispositionen können auch Umwelteinflüsse, wie die starke Exposition z.B. mit
25 Insektiziden (Vanacore, Neurol Sci., Sep;23 Suppl 2, 2002, S119) Risikofaktoren darstellen.

Unter „Individuen mit Parkinson-Frühsymptomatik“ werden in dieser Patentanmeldung insbesondere solche Individuen verstanden, bei denen mindestens drei der vier
30 Kardinalsymptome (Rigor, Ruhetremor, Bradykinesie und posturale Instabilität) noch nicht, nur rudimentär oder partiell vorhanden sind, die aber diagnostisch nutzbare klinische, klinisch-biochemische und/oder klinisch-pysikalische Frühsymptome aufweisen.

Klinisch-biochemische Marker können Veränderungen des alpha-Synuclein oder
35 Neuromelanin-Musters sein. Solche Veränderungen können z.B. beruhen auf der

Expression genetischer Varianten z.B. des alpha Synucleins, der Entstehung von Aggregaten oder Filamenten, z.B. des alpha-Synucleins oder der verstärkten Freisetzung aus zellulären Speichern, z.B. aus dem Cytoplasma untergehender Zellen, wie beim Neuromelanin.

5

Klinisch-physikalische Frühsymptome können strukturelle oder funktionelle Änderungen des Gehirns sein, die sich beispielsweise physikalisch durch PET- und SPECT-Studien, durch transkranielle Sonographie (Becker, J Neurol 249, Suppl 3, 2002, III/40); Prunier C, et al., Neuroimage. 2003 Jul;19(3):810-6) oder durch den Nachweis von biochemischen Markern wie Neuromelanin nachweisen lassen (WO 02/31499).

10

Klinische Frühsymptome können Riechstörungen, Depressionen, Störungen visueller und kognitiver Funktionen oder Schlafstörungen sein, wobei zur Frühdiagnose auch eine Mischung verschiedener Tests herangezogen werden kann (Becker, J Neurol 249, Suppl 3, 2002, III/40; Stern, Annals of Neurol 56, 2004, 169).

15

Wie bereits weiter oben diskutiert, sind zum Zeitpunkt des ersten Auftretens von mindestens zwei der vier Kardinalsymptome bereits ca 70-80% der dopaminergen Neuronen der Substantia nigra untergegangen. Um das überraschende neuroprotektive Potenzial der Aminotetraline der Formel I, insbesondere von Rotigotin effektiv zu nutzen, setzt die prophylaktische Behandlung der Patienten daher bevorzugt in einem Stadium ein, in dem die Patienten einen geringeren Verlust dopaminerges Zellen der Substantia Nigra (SN) aufweisen. Bevorzugt werden daher Individuen behandelt, die erst eines oder noch keines der Kardinalsymptome der Parkinson'schen Krankheit in deutlich ausgeprägter Form aufweisen.

20

25

Bevorzugt werden Individuen behandelt, die einen dopaminergen Zellverlust in der SN von weniger als 70 %, 60%, 50% und besonders bevorzugt von weniger als 40%, 30%, 20% oder 10% aufweisen.

30

Als Hilfsmittel zur Diagnose und zur Therapiekontrolle bei motorisch bereits auffälligen Patienten können zwei Scores herangezogen werden: Der UPDRS-Score und der Hoehn und Yahr-Score.

In einem bevorzugten Aspekt der Erfindung weist das prophylaktisch mit den Aminotetralinen der Formel I, insbesondere mit Rotigotin behandelte Patientenkollektiv zudem einen modifizierten Hoehn und Yahr-Score von 0 bis 2, besonders bevorzugt von 0 bis 1 und ganz besonders bevorzugt von 0 auf.

5

Tabelle 2: Modifizierte Stadienbestimmung nach Hoehn, The natural history of Parkinson's disease in the pre-levodopa and post-levodopa eras. Neurologic Clinics 10, 1992, 331

10

Stadium 0 = Keine Anzeichen der Erkrankung.

Stadium 1 = Einseitige Erkrankung.

Stadium 1.5 = Einseitige und axiale Beteiligung.

Stadium 2 = Beidseitige Erkrankung ohne Gleichgewichtsstörung.

Stadium 2.5 = Leichte beidseitige Erkrankung mit Ausgleich beim Zugtest.

15

Stadium 3 = Leichte bis mäßige beidseitige Erkrankung:

leichte Haltungsinstabilität; körperlich unabhängig.

Stadium 4 = Starke Behinderung; kann noch ohne Hilfe laufen oder stehen.

Stadium 5 = Ohne Hilfe an den Rollstuhl gefesselt oder bettlägerig.

20

Üblicherweise werden Patienten mit einem UPDRS-Score, Teil III (siehe Ausführungsbeispiel 5) von mindestens 10 als für die dopaminerge Therapie in Frage kommend eingestuft. Das zur Nutzung der neuroprotektiven Wirkung von substituierten 2-Aminotetralinen der Formel I, insbesondere von Rotigotin geeignete Patientenkollektiv weist aber bevorzugt einen sehr niedrigen oder nicht nachweisbaren motorischen UPDRS-Score (Teil III) auf. Im Sinne der vorliegenden Erfindung sollte die vorbeugende Behandlung mit substituierten 2-Aminotetralinen der Formel I, insbesondere mit Rotigotin daher bevorzugt bei Patienten erfolgen, die einen UPDRS Motor-Score von weniger als 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2 oder 1 aufweisen. Besonders bevorzugt weisen die Patienten noch

keinerlei motorische Störungen auf.

30

Die Begriffe „Prävention“, „Prophylaxe“ und „vorbeugende Behandlung“ werden in dieser Patentanmeldung als Synonyme verwendet. Sie umfassen insbesondere die Gabe eines Arzneimittels an Individuen, bei denen mindestens drei der vier Kardinalsymptome von Morbus Parkinson (Rigor, Ruhetremor, Bradykinesie, posturale Instabilität) noch nicht, nur

35

rudimentär oder partiell vorhanden sind, um das Auftreten oder die signifikante Ausprägung der motorischen Symptomatik der Parkinson'schen Krankheit und/oder weiteren dopaminergen Neuronenverlust, insbesondere in der Substantia nigra, zu verhindern oder zu verzögern. Bevorzugt weisen die prophylaktisch zu behandelnden Individuen noch keines der Kardinalsymptome in deutlich ausgeprägter Form vor.

Verbindungen der Formeln I sind optisch aktiv und können als Razemate oder als reine (R)- oder (S)-Enantiomere vorliegen. Unter dem Begriff „reines Enantiomer“ wird in dieser Patentanmeldung verstanden, dass eine Substanz vorzugsweise zu mindestens 90 Mol% in Form des einen Enantiomer, z.B. der (S)-Form, vorliegt, während der Anteil des jeweils anderen Enantiomers, z.B. der (R)-Form, entsprechend gering ist. Wird zur Herstellung des erfindungsgemäßen Arzneimittels beispielsweise Rotigotin ([(-)-5,6,7,8-Tetrahydro-6-[propyl[2-(2-thienyl)ethyl]amino]-1-naphthol] verwendet, liegt das R(+)-Enantiomer bevorzugt mit einem Anteil von < 10 Mol%, besonders bevorzugt mit einem Anteil von < 2 Mol% und ganz besonders bevorzugt mit einem Molanteil von < 1 % bezogen auf die Gesamtrtigotinmenge im Parkinson-Prophylaktikum vor.

Verbindungen der Formel I können als freie Basen oder in Form der physiologisch akzeptablen Salze, z.B. in Form des Rotigotin-Hydrochlorids, im Arzneimittel vorliegen.

„Physiologisch akzeptable Salze“ schließen nicht-toxische Additionssalze einer Verbindung der Formel (I) in Form der freien Base, mit organischen oder anorganischen Säuren ein. Beispiele für anorganische Säuren schließen HCl ein.

Zur Verabreichung von substituierten 2-Aminotetralinen der Formel I, insbesondere von Rotigotin stehen verschiedene Applikationswege zur Verfügung, die der Fachmann je nach Bedarf, Zustand und Alter des Patienten, erforderlicher Dosierung und gewünschtem Applikationsintervall auswählen und anpassen kann.

Eine bevorzugte Art der Verabreichung von substituierten 2-Aminotetralinen der Formel I, insbesondere von Rotigotin ist die transdermale Gabe. Die Darreichungsform kann grundsätzlich ausgewählt sein aus z.B. Salbe, Paste, Spray, Folie, Pflaster oder einer iontophoretischen Vorrichtung.

- Bevorzugt werden substituierte 2-Aminotetraline der Formel I, insbesondere Rotigotin dabei in Pflasterform auf die Haut des Patienten gebracht, wobei der Wirkstoff bevorzugt in einer Matrix aus adhesivem Polymer, z.B. einem selbstklebendem adhesivem Polysiloxan, vorliegt. Beispiele für geeignete transdermale Formulierungen finden sich in
- 5 WO 99/49852, WO 02/89777 und WO 02/89778. Eine solche Darreichungsform ermöglicht die Einstellung eines weitgehend konstanten Plasmaspiegels und damit eine konstante dopaminerge Stimulation über das gesamte Applikationsintervall (WO 02/89778; Metman, Clinical Neuropharmacol. 24, 2001, 163).
- 10 Wird dagegen ein Arzneimittel in Form einer subkutanen oder intramuskularen Depotform gewünscht, können substituierte 2-Aminotetraline der Formel I, insbesondere Rotigotin beispielsweise als Salzkristalle, z.B. als kristallines Rotigotin-Hydrochlorid, in einem hydrophobem, wasserfreiem Medium suspendiert und injiziert werden, wie in WO
- 15 Implantaten auf Basis bioabbaubarer Polymere, wie beispielsweise in WO 02/38646 beschrieben, verabreicht werden.

- Andere denkbare Formen der Verabreichung von substituierten 2-Aminotetralinen der Formel I, insbesondere von Rotigotin sind transmukosale Formulierungen, z.B.
- 20 Sublingualsprays, rektale Formulierungen oder Aerosole zur pulmonalen Verabreichung.

- Geeignete Dosierungen von substituierten 2-Aminotetralinen der Formel I, insbesondere von Rotigotin liegen zwischen 0,05 und ca. 50 mg/Tag, wobei vorzugsweise Tagesdosen zwischen 0,1 und 40 mg und insbesondere zwischen 0,2 und 20 mg/Tag verabreicht
- 25 werden. Dabei kann die Dosierung einschleichend erfolgen, das heißt, die Behandlung kann gegebenenfalls mit niedrigen Dosierungen beginnen, die dann bis zur Erhaltungsdosis gesteigert werden.

- Dem Fachmann ist klar, dass das Dosierungsintervall in Abhängigkeit von der applizierten
- 30 Menge, der Applikationsart und dem Tagesbedarf des Patienten variieren kann. So kann eine transdermale Applikationsform beispielsweise zur einmal täglichen, dreitägigen oder siebentägigen Verabreichung konzipiert sein, während ein subkutanes oder intramuskuläres Depot Injektionen beispielsweise im Ein-, Zwei- oder Vierwochen-Rhythmus ermöglichen kann.

In der neuroprotektiven Arzneiform können neben substituierten 2-Aminotetralinen der Formel I, insbesondere neben Rotigotin, noch andere Wirkstoffe vorliegen, die die Progression des dopaminergen Zellverlusts verhindern.

- 5 Beispiele hierfür sind antiapoptotisch wirksame Substanzen (Minocycline, FK-506, Cyclosporin A, zVAD) sowie Neurotrophine, wie z.B. der Glial-cell-derived neurotrophic factor (GDNF).

10 In einem Kombinationspräparat kann eine sequentielle Gabe beispielsweise erreicht werden, indem eine Darreichungsform, z.B. eine orale Tablette, zwei unterschiedliche Schichten mit differierendem Freisetzungsprofil für die verschiedenen pharmazeutisch aktiven Bestandteile aufweist. Dem Fachmann ist klar, dass im Kontext der vorliegenden Erfindung verschiedene Darreichungsformen und Applikationsschemata denkbar sind, die alle Gegenstand der Erfindung sind.

- 15 Ein weiterer Gegenstand der Anmeldung ist ein Kit zur Frühdiagnose und Behandlung von Morbus Parkinson. Ein solches Kit enthält (a) ein Diagnostikum, dass die Diagnose von Morbus-Parkinson bzw. der Veranlagung zur Erkrankung an Morbus Parkinson in einem frühen oder asymptomatischen Stadium ermöglicht sowie (b) eine pharmazeutische Formulierung umfassend substituierte 2-Aminotetraline der allgemeinen Formel I, insbesondere Rotigotin.
- 20

Beispielsweise kann ein solches Kit umfassen:

- 25 (a) ein Mittel oder Diagnosekit zum Nachweis von Neuromelanin
(b) eine pharmazeutische Formulierung enthaltend substituierte 2-Aminotetraline der allgemeinen Formel I, insbesondere Rotigotin.

In einer anderen Ausführungsform der Erfindung kann das Kit enthalten:

- 30 (a) ein Mittel oder ein Diagnosekit zum Nachweis von Semaphorin 3
(b) eine pharmazeutische Formulierung enthaltend substituierte 2-Aminotetraline der allgemeinen Formel I, insbesondere Rotigotin.

- 35 In einer anderen Ausführungsform der Erfindung kann das Kit enthalten:

- (c) ein Mittel oder ein Diagnosekit zum Nachweis von alpha-Synuclein und/oder seinen Aggregaten
- (d) eine pharmazeutische Formulierung enthaltend substituierte 2-Aminotetraline der allgemeinen Formel I, insbesondere Rotigotin.

In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung kann das Kit enthalten:

- (a) ein Mittel oder ein Diagnosekit zum genetischen Nachweis einer mit dem Auftreten von Morbus-Parkinson verbundenen Mutation und/oder eines mit dem gehäuftten Auftreten von Morbus Parkinson assoziierten Allels, insbesondere aus der Gruppe der PARK-Gene 1,2,3,4,5,6,7, oder 8 sowie der CYP2D6-B und GSTM1-Genloci
- (b) eine pharmazeutische Formulierung enthaltend substituierte 2-Aminotetraline der allgemeinen Formel I, insbesondere Rotigotin.

Ausführungsbeispiele:

Ausführungsbeispiel 1: Rotigotin-Pflaster

- 1.8 g Rotigotin (freie Base) werden in 2.4 g Ethanol gelöst und zu 0.4 g Kollidon 90F (gelöst in 1g Ethanol) gegeben. Diese Mischung wird zu einer 74%igen Lösung von Silikonpolymeren (8.9 g BioPSA 7-4201 + 8.9 g BIO-PSA 7-4301[Dow Corning]) in Heptan gegeben. Nach Zugabe von 2.65 g Petroläther wird die Mischung für 1 Stunde bei 700 UpM gerührt um eine homogene Dispersion zu erhalten. Nach Laminierung auf Polyester wurde bei 50°C getrocknet. Das Pflastergewicht betrug schließlich 50 g/cm².

Ausführungsbeispiel 2: Rotigotin-Depotsuspensionen

- (a) 1411,2 g Miglyol 812 wurde in eine Duran Flasche eingewogen. 14,4 g Imwitor 312 wurde dem Miglyol zugegeben und im Anschluß für 30 Minuten unter Rühren auf 80°C erwärmt. Die klare Lösung wurde auf Raumtemperatur abgekühlt und gefiltert.
- (b) 1188 g der unter (a) hergestellten Lösung wurde in einen Glaslaborreaktor überführt, 12 g N-0923 zugesetzt und für 10 Minuten mit einem Ultraturrax bei 10.000 UpM unter

Stickstoff homogenisiert. Die Suspension wurde bei laufendem Ultraturrax (2.000 UpM) in Braunglasflaschen abgefüllt.

3. Ausführungsbeispiel: Subakutes MPTP-Modell

5

Zur Intoxikation werden Mäusen 80 mg/kg des Neurotoxins 1-Methyl-4-phenyl-1,2,3,6-tetrahydro-pyridine (MPTP) verabreicht (in Portionen von 20 mg/kg in zweistündigen Abständen, Gruppe 3-6 in Abbildung 1 und 2), was dazu führt, dass ca. 50 – 60 % der Neurone der Substantia nigra degenerieren (maximale Degeneration in Gruppe 3 in
10 Abbildung 1 und 2). Rotigotin wird täglich in Dosen zu je 0,3, 1 oder 3 mg/kg über 7 Tage als sogenannte ‚Slow-Release-Formulierung‘ (siehe Ausführungsbeispiel 2) verabreicht (Gruppe 4-6 in Abbildung 1 und 2). Eine Gruppe MPTP-behandelter Tiere (Gruppe 3) erhält Rotigotin-Vehikel-Lösung (siehe Ausführungsbeispiel 2 ohne Rotigotin HCl) und dient als Referenz. Als Kontrollen dienen die Gruppen 1, 2 und 7, wobei Gruppe 1
15 keinerlei Behandlung erfährt, Gruppe 2 mit den Vehikel-Lösungen für MPTP und Rotigotin behandelt wird und Gruppe 7 ausschließlich Rotigotin erhält. Am 8. Tag werden die Tiere getötet, die Gehirne entnommen und eingefroren. Gefrierschnitte werden mit 100 pm [¹²⁵I] PE2I ([¹²⁵I]-(E)-N(3-iodoprop-2-enyl)-2β-carboxymethyl-3β-(4'-methylphenyl)-nortropane) in Phosphat Puffer, pH 7,4, inkubiert, um die Menge der im Striatum noch vorhandenen
20 Dopamin-Transporter zu markieren, was als Indiz für die Menge funktionierender Nervenendigungen dient. Rotigotin verbessert das Überleben der Neurone und ihrer Nervenendigungen dosisabhängig. Dies ist ein klarer Hinweis für die neuroprotektiven Eigenschaften der Substanz (Abbildung 1 und 2).

4. Ausführungsbeispiel: Akutes MPTP-Modell (einschließlich Apoptose)

Zur Intoxikation werden Mäusen 80 mg/kg des Neurotoxins 1-methyl-4-phenyl-1,2,3,6-tetrahydro-pyridine (MPTP) verabreicht (in Portionen von 20 mg/kg in zweistündigen Abständen), was dazu führt, dass ca. 50 – 60 % der Neurone der Substantia nigra
30 degenerieren. Ca 16. Stunden vorher wird Rotigotine in Dosen zu je 0,3, 1 oder 3 mg/kg als sogenannte ‚Slow-Release-Formulierung‘ verabreicht. Diffusions- und Absorptionslatenzen führen dazu, daß Rotigotine dann optimal verfügbar ist, wenn MPTP gegeben wird. Nach 24 Stunden werden die Tiere getötet und die Gehirne fixiert. Die Gehirnschnitte werden mit FluoroJade zur Identifizierung degenerierender Zellen gefärbt.
35 Die immunhistochemische Markierung der Tyrosin-Hydroxylase dient der Identifizierung

dopaminergem Neurone. Die Färbung der Tyrosin-Hydroxylase ergibt keine Unterschiede zwischen behandelten und unbehandelten Tieren; die Färbung mit FluoroJade zeigt eine große Zahl degenerierender Neurone; die Neurone sind allerdings noch nicht vollständig entfernt; dies legt nahe, dass der Zelluntergang apoptotisch verläuft. Die Anzahl der degenerierenden Neurone ist um ca. 50 % geringer nach Applikation von Rotigotin, was die neuroprotektive Eigenschaft der Substanz weiter belegt (Tabelle 1).

5. Ausführungsbeispiel: Bestimmung des motorischen UPDRS-Scores

Der motorische UPDRS Score (Teil III des UPDRS-Scores) wird durch Untersuchung der Patienten anhand der in der folgenden Tabelle 2 wiedergegebenen Kriterien 18-31 bestimmt, wobei die sich aus den jeweiligen Kriterien ergebenden Punktwerte jeweils aufaddiert werden.

Tabelle 2:

III. MOTORISCHE UNTERSUCHUNG

18. Sprache:

- ☐ 0 - Normal.
- ☐ 1 - Leichte Abnahme von Ausdruck, Diktion und/oder Volumen.
- ☐ 2 - Monoton, verwaschen, aber verständlich; mäßig behindert.
- ☐ 3 - Deutliche Beeinträchtigung, schwer zu verstehen.
- ☐ 4 - Unverständlich.

19. Gesichtsausdruck:

- ☐ 0 - Normal.
- ☐ 1 - Minimal veränderte Mimik, könnte ein normales "Pokergesicht" sein.
- ☐ 2 - Leichte, aber eindeutig abnorme Verminderung des Gesichtsausdruckes.
- ☐ 3 - Mäßig verminderte Mimik; Lippen zeitweise geöffnet.
- ☐ 4 - Maskenhaftes oder erstarrtes Gesicht mit stark oder völlig fehlendem Ausdruck; Lippen stehen um 7 mm auseinander.

20. Ruhetremor: (G = Gesicht, RH = rechte Hand, LH = linke Hand, RF = rechter Fuß, LF = linker Fuß)

G RH LH RF LF

- ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ 0 - Keine.
- ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ 1 - Leicht und selten vorhanden.
- ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ 2 - Geringe Amplitude persistierend; oder mäßige Amplitude, aber nur intermittierend auftretend.
- ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ 3 - Mäßige Amplitude, die meiste Zeit vorhanden.
- ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ 4 - Ausgeprägte Amplitude, die meiste Zeit vorhanden.

21. Aktions- oder Haltungstremor der Hände: (R = rechts, L = links)

R L

- ☐ ☐ 0 - Fehlt.
- ☐ ☐ 1 - Leicht; bei Bewegung vorhanden.
- ☐ ☐ 2 - Mäßige Amplitude, bei Bewegung vorhanden.
- ☐ ☐ 3 - Mäßige Amplitude, bei Beibehalten der Haltung und bei Bewegung vorhanden.

☐ ☐ 4 - Ausgeprägte Amplitude; beim Essen störend.

22. Rigidity: (Geprüft bei passiver Bewegung der großen Gelenke am sitzenden Patienten. Zahnradphänomen kann ignoriert werden). (N = Nacken, ROE = rechte obere Extremität, LOE = linke obere Extremität, RUE = rechte untere Extremität, LUE = linke untere Extremität)

N ROE LOE RUE LUE

☐ ☐ ☐ ☐ ☐ 0 - Fehlt.

☐ ☐ ☐ ☐ ☐ 1 - Leicht oder nur erkennbar bei Aktivierung durch spiegelbildliche oder andere Bewegungen.

☐ ☐ ☐ ☐ ☐ 2 - Leicht bis mäßig.

☐ ☐ ☐ ☐ ☐ 3 - Ausgeprägt, jedoch voller Bewegungsumfang bleibt erreicht.

☐ ☐ ☐ ☐ ☐ 4 - Stark; Schwierigkeit beim Ausführen aller Bewegungen.

23. Fingerklopfen: (Patient berührt in rascher Reihenfolge und bei größtmöglicher Amplitude und mit jeder Hand gesondert den Daumen mit dem Zeigefinger). (R = rechts, L = links).

R L

☐ ☐ 0 - Normal.

☐ ☐ 1 - Leichte Verlangsamung und/oder Verringerung der Amplitude.

☐ ☐ 2 - Mäßig eingeschränkt. Eindeutige und frühzeitige Ermüdung. Bewegung kann gelegentlich unterbrochen werden.

☐ ☐ 3 - Stark eingeschränkt. Verzögerter Start der Bewegungen oder Unterbrechung fortlaufender Bewegungen.

☐ ☐ 4 - Kann die Aufgabe kaum ausführen.

24. Handbewegungen: (Patient öffnet und schließt die Hände in rascher Reihenfolge bei größtmöglicher Amplitude und mit jeder Hand gesondert). (R = rechts, L = links)

R L

☐ ☐ 0 - Normal.

☐ ☐ 1 - Leichte Verlangsamung und/oder Verringerung der Amplitude.

☐ ☐ 2 - Mäßig eingeschränkt. Eindeutige und frühzeitige Ermüdung. Bewegung kann gelegentlich unterbrochen werden.

☐ ☐ 3 - Stark eingeschränkt. Verzögerter Start der Bewegungen oder Unterbrechung fortlaufender Bewegungen.

☐ ☐ 4 - Kann die Aufgabe kaum ausführen.

25. Rasch wechselnde Bewegungen der Hände: (Pronation-Supinationsbewegungen der Hände, vertikal oder horizontal, mit größtmöglicher Amplitude, beide Hände gleichzeitig).

R L

☐ ☐ 0 - Normal.

☐ ☐ 1 - Leichte Verlangsamung und/oder Verringerung der Amplitude.

☐ ☐ 2 - Mäßig eingeschränkt. Eindeutige und frühzeitige Ermüdung. Bewegung kann gelegentlich unterbrochen werden.

☐ ☐ 3 - Stark eingeschränkt. Verzögerter Start der Bewegungen oder Unterbrechung fortlaufender Bewegungen.

☐ ☐ 4 - Kann die Aufgabe kaum ausführen.

26. Agilität der Beine: (Der Patient klopft in rascher Reihenfolge mit der Ferse auf den Boden und hebt dabei das ganze Bein an. Die Amplitude soll mindestens 7,5 cm betragen).

R L

☐ ☐ 0 - Normal.

☐ ☐ 1 - Leichte Verlangsamung und/oder Verringerung der Amplitude.

- ☐ ☐ 2 - Mäßig eingeschränkt. Eindeutige und frühzeitige Ermüdung. Bewegung kann gelegentlich unterbrochen werden.
- ☐ ☐ 3 - Stark eingeschränkt. Verzögerter Start der Bewegungen oder Unterbrechung fortlaufender Bewegungen.
- ☐ ☐ 4 - Kann die Aufgabe kaum ausführen.

27. Aufstehen vom Stuhl: (Patient versucht mit vor der Brust verschränkten Armen von einem geradelehnigen Holz- oder Metallstuhl aufzustehen).

- ☐ 0 - Normal.
- ☐ 1 - Langsam; kann mehr als einen Versuch benötigen.
- ☐ 2 - Stößt sich an den Armlehnen hoch.
- ☐ 3 - Neigt zum Zurückfallen und muß es eventuell mehrmals versuchen, kann jedoch ohne Hilfe aufstehen.
- ☐ 4 - Kann ohne Hilfe nicht aufstehen.

28. Haltung:

- ☐ 0 - Normal aufrecht.
- ☐ 1 - Nicht ganz aufrecht, leicht vorgebeugte Haltung; könnte bei einem älteren Menschen normal sein.
- ☐ 2 - Mäßig vorgebeugte Haltung; eindeutig abnorm, kann leicht zu einer Seite geneigt sein.
- ☐ 3 - Stark vorgebeugte Haltung mit Kyphose; kann mäßig zu einer Seite geneigt sein.
- ☐ 4 - Ausgeprägte Beugung mit extrem abnormer Haltung.

29. Gang:

- ☐ 0 - Normal.
- ☐ 1 - Geht langsam, kann einige kurze Schritte schlurfen, jedoch keine Festination oder Propulsion.
- ☐ 2 - Gehen schwierig, benötigt aber wenig oder keine Hilfe; eventuell leichtes Trippeln, kurze Schritte oder Propulsion.
- ☐ 3 - Starke Gehstörung, benötigt Hilfe.
- ☐ 4 - Kann überhaupt nicht gehen, auch nicht mit Hilfe.

30. Haltungsstabilität: (Reaktion auf plötzliches Verlagern nach hinten durch Ziehen an den Schultern des Patienten; der mit geöffneten Augen und leicht auseinanderstehenden Füßen gerade steht. Der Patient ist darauf vorbereitet).

- ☐ 0 - Normal.
- ☐ 1 - Retropulsion, gleicht aber ohne Hilfe aus.
- ☐ 2 - Fehlen einer Haltungsreaktion; würde fallen, wenn er nicht vom Untersucher aufgefangen würde.
- ☐ 3 - Sehr instabil; neigt dazu, spontan das Gleichgewicht zu verlieren.
- ☐ 4 - Kann nicht ohne Unterstützung stehen.

31. Bradykinesie und Hypokinesie des Körpers: (Kombination aus Langsamkeit, Zögern, verminderten Mitbewegungen der Arme, geringe Bewegungsamplitude und allgemeine Bewegungsarmut)

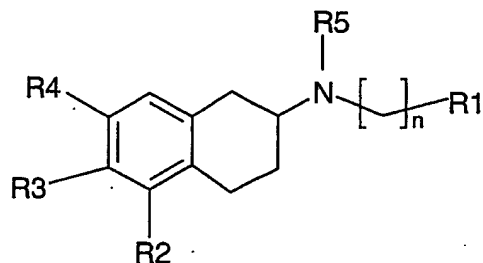
- ☐ 0 - Keine.
- ☐ 1 - Minimale Verlangsamung, Bewegung wirkt beabsichtigt; könnte bei manchen Menschen normal sein. Möglicherweise herabgesetzte Amplitude.
- ☐ 2 - Leichte Verlangsamung und Bewegungsarmut, die eindeutig abnorm sind. Alternativ auch herabgesetzte Amplitude.
- ☐ 3 - Mäßige Verlangsamung und Bewegungsarmut oder Herabsetzung der Amplitude.
- ☐ 4 - Ausgeprägte Verlangsamung, Bewegungsarmut oder Herabsetzung der Amplitude.

Ausführungsbeispiel 6: In vitro Umsetzung eines Prodrugs in die Wirksubstanz

5 Aus Leberzellhomogenaten von Mensch, Affe, Hund, Ratte oder Maus wird durch
differentielle Zentrifugation die Mikrosomenfraktion erhalten, die die wesentlichen
metabolisierenden Enzyme enthält; alternativ kann auch die zytoplasmatische
Fraktion gewonnen werden. Die subzelluläre Fraktion wird mit einem Puffer so
suspendiert, dass eine Lösung mit einem definierten Proteingehalt erhalten wird.
Nach Zufügen von 1 μ M des zu testenden Prodrugs erfolgt die Inkubation bei 37
10 °C für 60 min. Anschließend wird Rotigotin mittels HPLC/UV oder auch mittels
HPLC/MS quantifiziert und zur eingesetzten Menge in Beziehung gesetzt. Für
detailliertere Analysen werden Konzentrations- oder Zeitreihen untersucht.

Patentansprüche

1. Verwendung einer Verbindung der allgemeinen Formel I

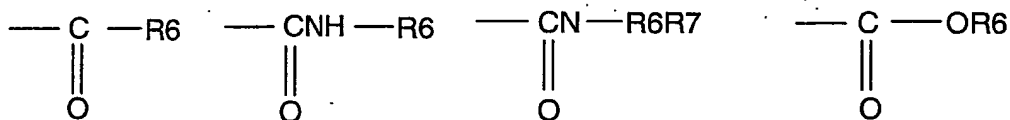


5 worin gilt:

n= 1-5;

R2 ist = OA; R3 und R4 sind jeweils unabhängig voneinander ausgewählt aus H und OA;

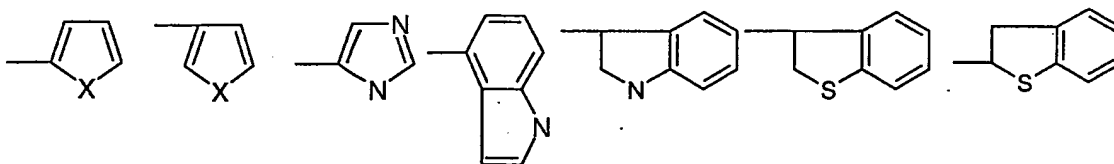
wobei A ausgewählt ist aus H, Alkyl, Alkoxymethyl oder einer Gruppe,



10 in der R6 und R7 unabhängig voneinander Alkyl oder Aryl sind;

R5 ist ein C1-3 Alkyl;

R1 ist eine Gruppe, die ausgewählt ist aus Wasserstoff, 3-Pyridyl, 4-Pyridyl, optional substituiertem Phenyl,



15

worin X ausgewählt ist aus S, O oder NH;

wobei die Verbindung der Formel I als Razemat oder als reines (R)- oder (S)-Enantiomer vorliegt;

sowie physiologisch akzeptable Salze dieser Verbindungen, als Arzneimittel zur

20 vorbeugenden Behandlung von Morbus Parkinson.

2. Verwendung nach Anspruch 1, wobei die vorbeugende Behandlung an Individuen erfolgt,

die ausgewählt sind aus der Gruppe

5

(a) von Individuen ohne Parkinson-Symptome, aber mit einem erhöhten Risiko für Morbus Parkinson oder

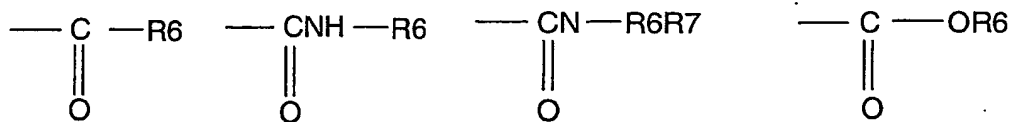
(b) von Individuen mit Parkinson-Frühsymptomatik, bei denen mindestens drei der vier Kardinalsymptome von Morbus Parkinson (Rigor, Ruhetremor, Bradykinesie, 10 posturale Instabilität) noch nicht oder nur partiell vorhanden sind.

3. Verwendung nach Anspruch 2, wobei den Individuen unter (b) mehrere der folgenden klinischen Symptome zugeordnet werden können: Riechstörungen, Depressionen, Schlafstörungen vom Typ der 'REM Behavior Disorder', Obstipationen und kurzfristige 15 Bewegungsanomalien.

4. Verwendung nach Anspruch 2, wobei die Individuen eine Mutation in einem PARK-Gen und/oder Veränderungen des alpha-Synuclein oder Neuromelanin-Musters aufweisen. 20

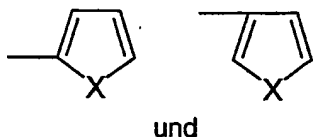
5. Verwendung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei R3 und R4 jeweils Wasserstoff repräsentieren.

6. Verwendung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, worin A ein 25 Wasserstoffatom oder eine Gruppe ausgewählt aus



ist, in der R6 C1-12 Alkyl, Phenyl oder Methoxyphenyl ist.

7. Verwendung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei $n = 1-3$.
8. Verwendung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei R1 ausgewählt ist
5 aus der Gruppe



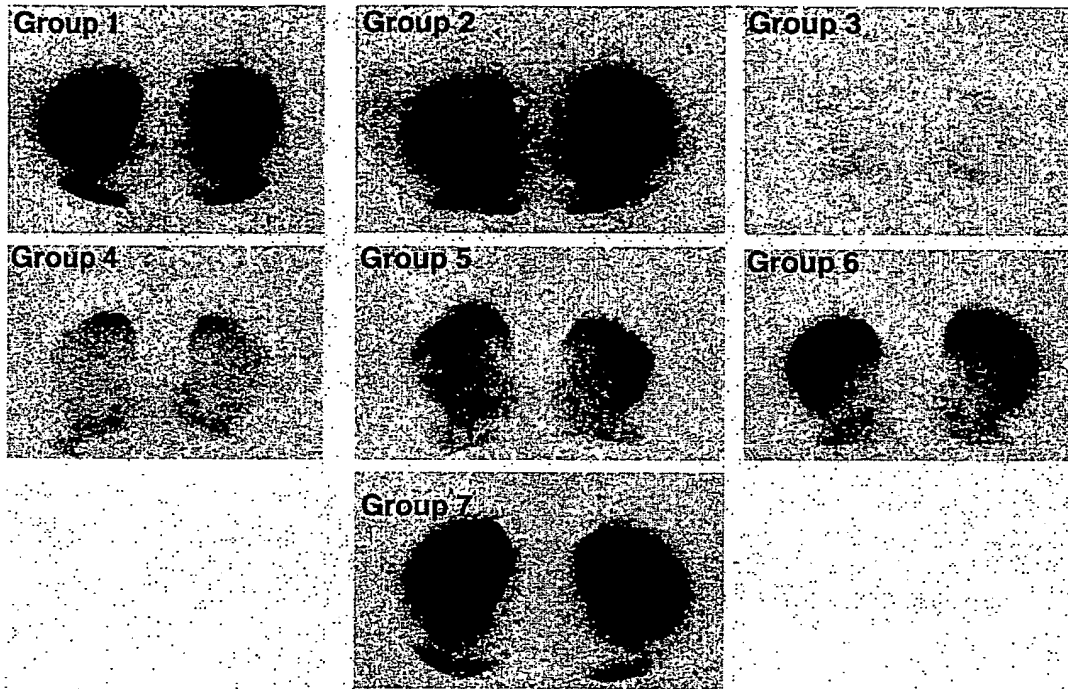
worin X für S, O oder NH steht.

- 10
9. Verwendung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei X ein Schwefelatom ist
10. Verwendung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei R5 ein C3-Alkyl
15 darstellt.
11. Verwendung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei R1 ein 2-Thienyl ist, R3 und R4 beide H sind, R5 ein C3-Alkyl darstellt und $n=2$ ist.
- 20
12. Verwendung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Verbindung 5,6,7,8-Tetrahydro-6-[propyl[2-(2-thienyl)ethyl]amino]-1-naphthol ist.
13. Verwendung nach Anspruch 12, wobei die Verbindung das reine S-Enantiomer (Rotigotin) ist.
- 25
14. Verwendung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Individuen vor Beginn der Arzneimittelgabe einen Verlust dopaminerger Zellen in der Substantia nigra von weniger als 60% aufweisen.
- 30
15. Verwendung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Individuen vor Beginn der Arzneimittelgabe einen UPDRS-Score von weniger als 10 aufweisen.

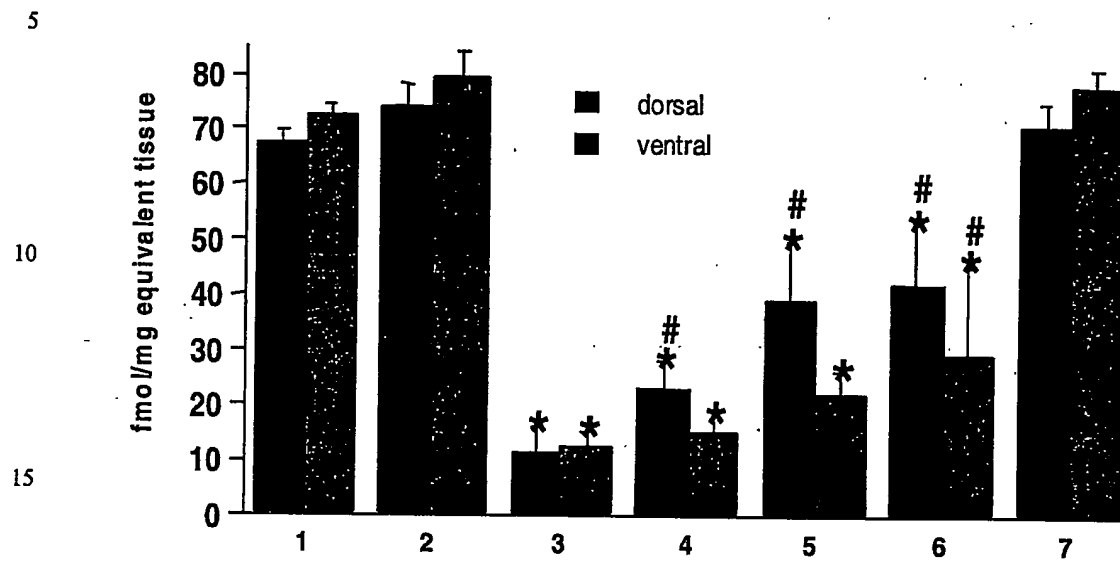
16. Verwendung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Individuen einen Höhn-Yahr-Score von 0 oder 1 aufweisen.
17. Verwendung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Arzneimittel zur parenteralen, transdermalen oder mukosalen Administration vorgesehen ist.
18. Verwendung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Verbindung der allgemeinen Formel I in einer Dosierung von 0,05 – 50 mg pro Tag verabreicht wird.
19. Kit zur Diagnose und Behandlung von Morbus Parkinson umfassend
- (a) ein Diagnostikum, dass die Diagnose von Morbus-Parkinson bzw. der Veranlagung zur Erkrankung an Morbus Parkinson in einem frühen oder asymptomatischen Stadium ermöglicht und
 - (b) eine pharmazeutische Formulierung umfassend substituierte 2-Aminotetraline der allgemeinen Formel I, wie in einem der Ansprüche 1-13 definiert.
20. Kit nach Anspruch 19, wobei das Diagnostikum (a) ausgewählt ist aus:
- (i) einem Mittel oder Diagnosekit zum Nachweis von Neuromelanin
 - (ii) einem Mittel oder Diagnosekit zum Nachweis von Semaphorin 3
 - (iii) einem Mittel oder Diagnosekit zum Nachweis von alpha-Synuclein und/oder seinen Aggregaten oder
 - (iv) einem Mittel oder Diagnosekit zum genetischen Nachweis einer mit dem Auftreten von Morbus-Parkinson verbundenen Mutation und/oder eines mit dem gehäuftten Auftreten von Morbus Parkinson assoziierten Allel

Abbildung 1: Neuroprotektive Wirkung von Rotigotin

5



10

Abbildung 2: Neuroprotektive Wirkung von Rotigotin

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2004/014656

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 A61K31/381 A61P25/16

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 A61K A61P

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, EMBASE, BIOSIS, CHEM ABS Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 02/089777 A (SCHWARZ PHARMA AG; LTS LOHMANN THERAPIE-SYSTEME AG) 14 November 2002 (2002-11-14) cited in the application the whole document	1-13
A	RIEDERER ET AL.: "NEUROPROTECTION THE LUGANO CONSENSUS" J. NEUROL., vol. 247, no. 4, 2000, pages IV36-IVF37, XP002327044 paragraph '0002!	1-13
A	WO 00/38669 A (OKLAHOMA MEDICAL RESEARCH FOUNDATION; BING, GUOYING) 6 July 2000 (2000-07-06) the whole document	1-13

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

3 May 2005

Date of mailing of the international search report

25/05/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Trifilieff-Riolo, S

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/014656

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 02089777	A	14-11-2002	EP 1256340 A1	13-11-2002
			AT 246919 T	15-08-2003
			CN 1462185 A	17-12-2003
			DE 60100595 D1	18-09-2003
			DE 60100595 T2	24-06-2004
			DK 1256340 T3	01-12-2003
			WO 02089777 A1	14-11-2002
			EP 1392256 A1	03-03-2004
			EP 1325742 A1	09-07-2003
			ES 2203563 T3	16-04-2004
			HK 1049448 A1	12-12-2003
			HU 0302897 A2	29-12-2003
			JP 2004528359 T	16-09-2004
			PT 1256340 T	31-12-2003
			SI 1256340 T1	31-12-2003
			TR 200301916 T4	21-01-2004
			US 2003027793 A1	06-02-2003
			ZA 200209980 A	24-02-2003
WO 0038669	A	06-07-2000	AU 2393500 A	31-07-2000
			WO 0038669 A2	06-07-2000

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/014656

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 A61K31/381 A61P25/16

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 A61K A61P

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, EMBASE, BIOSIS, CHEM ABS Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 02/089777 A (SCHWARZ PHARMA AG; LTS LOHMANN THERAPIE-SYSTEME AG) 14. November 2002 (2002-11-14) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1-13
A	RIEDERER ET AL.: "NEUROPROTECTION THE LUGANO CONSENSUS" J. NEUROL., Bd. 247, Nr. 4, 2000, Seiten IV36-IVF37, XP002327044 Absatz '0002!	1-13
A	WO 00/38669 A (OKLAHOMA MEDICAL RESEARCH FOUNDATION; BING, GUOYING) 6. Juli 2000 (2000-07-06) das ganze Dokument	1-13

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

3. Mai 2005

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

25/05/2005

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Trifilieff-Riolo, S

INTERNATIONALE RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/014656

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 02089777 A	14-11-2002	EP 1256340 A1	13-11-2002
		AT 246919 T	15-08-2003
		CN 1462185 A	17-12-2003
		DE 60100595 D1	18-09-2003
		DE 60100595 T2	24-06-2004
		DK 1256340 T3	01-12-2003
		WO 02089777 A1	14-11-2002
		EP 1392256 A1	03-03-2004
		EP 1325742 A1	09-07-2003
		ES 2203563 T3	16-04-2004
		HK 1049448 A1	12-12-2003
		HU 0302897 A2	29-12-2003
		JP 2004528359 T	16-09-2004
		PT 1256340 T	31-12-2003
		SI 1256340 T1	31-12-2003
		TR 200301916 T4	21-01-2004
		US 2003027793 A1	06-02-2003
		ZA 200209980 A	24-02-2003
WO 0038669 A	06-07-2000	AU 2393500 A	31-07-2000
		WO 0038669 A2	06-07-2000

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☒ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.